

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2001年6月7日 (07.06.2001)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 01/41218 A1

(51) 国際特許分類: H01L 27/12

(21) 国際出願番号: PCT/JP00/08344

(22) 国際出願日: 2000年11月27日 (27.11.2000)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願平 11/338137
1999年11月29日 (29.11.1999) JP(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 信越半
導体株式会社 (SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD.)[JP/JP]; 〒100-0005 東京都千代田区丸の内1丁目4番2
号 Tokyo (JP). エスオーアイテック シリコンオンイ
ンシュレータテクノロジーズ (S. O. I. TEC SILICON
ON INSULATOR TECHNOLOGIES) [FR/FR]; 38190
ベルニンバルク テクノロジー デス フォンティネ
ス Bernin (FR).

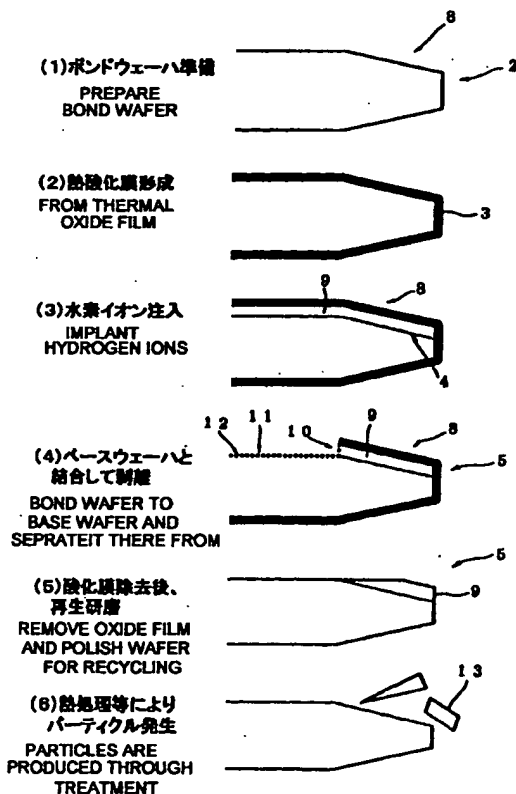
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 桑原 登
(KUWABARA, Susumu) [JP/JP]. 三谷 清 (MITANI,
Kiyoshi) [JP/JP]. 橋 直人 (TATE, Naoto) [JP/JP]. 中
野正剛 (NAKANO, Masataka) [JP/JP]; 〒379-0196 群
馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半導体株式会
社半導体磯部研究所内 Gunma (JP). バージュ テリ
エール (BARGE, Thierry) [FR/FR]. マルヴィエ ユ クリス
トファー (MALEVILLE, Christophe) [FR/FR]; 38190 ベ
ルニンバルク テクノロジー デス フォンティネ
ス

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR RECYCLED SEPARATED WAFER AND RECYCLED SEPARATED WAFER

(54) 発明の名称: 剥離ウエーハの再生処理方法及び再生処理された剥離ウエーハ



(57) Abstract: A method for recycling a separated wafer, a byproduct in producing a bond wafer by ion implantation separation, wherein an ion implantation layer is removed at least from the chamfered part of the separated wafer, and the surface of the wafer is polished. More specifically, at least the chamfered part of the separated wafer is etched and/or chamfered, and the wafer surface is polished. Alternatively, the separated wafer is heat-treated and polished. No particle is produced even when a recycled separated wafer is heat-treated, the recycled wafer has a high quality, and separated wafers can be recycled at high yield.

[続葉有]



エスオーアイテックシリコンオンインシュレー
タテクノロジーズ内 Bernin (FR).

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE,
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

(74) 代理人: 好宮幹夫(YOSHIMIYA, Mikio); 〒111-0041
東京都台東区元浅草2丁目6番4号 上野三生ビル4F
Tokyo (JP).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(81) 指定国 (国内): KR, US.

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

イオン注入剥離法によって結合ウエーハを製造する際に副生される剥離ウエーハを再生処理する方法において、前記剥離ウエーハの少なくとも面取り部のイオン注入層を除去した後、ウエーハ表面を研磨する。具体的には、剥離ウエーハの少なくとも面取り部のエッチング処理及び／または面取り加工をした後、研磨する。あるいは、前記剥離ウエーハを熱処理した後、研磨する。再生処理した剥離ウエーハに熱処理を施してもパーティクルが発生せず、再生されたウエーハの品質が高く、歩留りが良い剥離ウエーハの再生処理方法及び再生されたウエーハが提供される。

明 細 書

剥離ウエーハの再生処理方法及び再生処理された剥離ウエーハ

5 技術分野

本発明は、イオン注入したウエーハを他のウエーハと結合した後
に剥離してSOI (silicon on insulator)
ウエーハ等の結合ウエーハを製造する、いわゆるイオン注入剥離法
において、副生される剥離ウエーハの再生処理方法及び再生処理さ
れたウエーハに関する。

背景技術

従来、SOI構造のウエーハの作製法としては、酸素イオンをシリ
コン単結晶に高濃度で打ち込んだ後に、高温で熱処理を行い酸化
膜を形成するSIMOX (separation by implan
15 ted oxygen) 法によるものと、2枚の鏡面研磨した
シリコンウエーハを接着剤を用いることなく結合し、片方のウエー
ハを薄膜化する結合法がある。

しかしながら、最近、SOIウエーハの作製方法として、イオン
注入したウエーハを結合後に剥離してSOIウエーハを製造する方
法（イオン注入剥離法：スマートカット法（登録商標）とも呼ばれ
る技術）が新たに注目され始めている。この方法は、2枚のシリコ
ンウエーハのうち、少なくとも一方に酸化膜を形成すると共に、一
方のシリコンウエーハの上面から水素イオンまたは希ガスイオンを
25 注入し、該ウエーハ内部に微小気泡層（封入層）を形成させた後、
該イオンを注入した方の面を酸化膜を介して他方のシリコンウエー
ハと密着させ、その後熱処理を加えて微小気泡層を劈開面として一
方のウエーハを薄膜状に剥離し、さらに熱処理を加えて強固に結合

してSOIウエーハとする技術（特開平5-211128号参照）である。この方法では、劈開面は良好な鏡面であり、SOI層の膜厚の均一性も高いSOIウエーハが比較的容易に得られている。

さらに最近では、イオン注入剥離法的一种ではあるが、注入される水素イオンを励起してプラズマ状態で注入することにより、特別な熱処理を加えることなく室温で剥離を行うことができる技術も開発されている。

なお、これらのイオン注入剥離法によれば、イオン注入後、酸化膜を介さずに直接シリコンウエーハ同士を結合することもできるし、シリコンウエーハ同士を結合する場合のみならず、シリコンウエーハにイオン注入して、これと SiO_2 、 SiC 、 Al_2O_3 等の絶縁性ウエーハとを直接結合してSOI層を形成する場合もある。また、イオン注入するウエーハとしてシリコンウエーハ以外のウエーハ（ SiO_2 、 SiC 、 Al_2O_3 等）を用いれば、これらの薄膜を有する結合ウエーハを得ることもできる。

このようなイオン注入剥離法でSOIウエーハ等の結合ウエーハを作製すると、必然的に1枚のシリコンの剥離ウエーハが副生されることになる。従来、イオン注入剥離法においては、この副生した剥離ウエーハを再生することによって、実質上1枚のシリコンウエーハから1枚のSOIウエーハを得ることができるので、コストを大幅に下げることができるとしていた。

ところが、このような剥離ウエーハは、そのままでは通常のシリコン鏡面ウエーハとして使用できるようなものではなく、ウエーハ周辺に段差があったり、剥離面にイオン注入によるダメージ層が存在し、表面粗さが大きかったりするものである。従って、鏡面ウエーハとして再生させるには、表面を研磨（再生研磨）することにより段差やダメージ層を除去し、表面粗さを改善する必要がある。

しかしながら、上記のように研磨を行って剥離ウエーハの表面粗

さを改善しても、以下の問題があることが本発明者らにより見出された。図4は、その問題点を模式図で表現したものである。

図4(1)に示されているように、水素イオン注入を行うボンドウエーハ2の外周部は、通常、加工時の割れ、欠け等を防止するため、面取りと呼ばれる加工により面取り部8が形成されている。このボンドウエーハに図4(2)に示すように、必要に応じて熱酸化処理することで表面に酸化膜3が形成される。

次に、このようなボンドウエーハ2の上面から水素イオンを注入すると、図4(3)に示すように、ウエーハ上面と平行に微小気泡層4が形成され(以下、ウエーハの上面から、注入されたイオンにより形成された微小気泡層4までをイオン注入層という)、面取り部8にもイオン注入層9が形成される。

このようにイオン注入層9が形成されたボンドウエーハ2は、酸化膜3を介してベースウエーハと密着され、次いで熱処理を施して結合された後、SOIウエーハと剥離ウエーハ5とに分離される。このとき、イオン注入が行われているにもかかわらずベースウエーハ表面と結合されない面取り部8のイオン注入層9は、図4(4)に示すように、剥離後も剥離ウエーハ5に残留することになる。尚、図示はしていないが、面取り部8よりやや内側の剥離ウエーハ外周部分、いわゆる研磨ダレが生じている部分についても、同様にベースウエーハと結合されず、剥離後も剥離ウエーハ5に残留することがある。

このように副生された剥離ウエーハ5を鏡面ウエーハとして再生させるために、ウエーハ表面を鏡面研磨した場合、剥離ウエーハ5の表面上の段差10と表面粗さは除去される。

ところが、このように研磨された剥離ウエーハ5は、図4(5)のように面取り部8のイオン注入層9の一部が残留しており、このウエーハ5に熱酸化等の熱処理を行うと、その熱処理工程中に、図

4 (6) のように面取り部 8 に残留しているイオン注入層 9 の剥離が発生し、剥離されたイオン注入層はパーティクル 13 となってウエーハに付着することが分かった。さらに、このような熱処理中に付着したパーティクルは、その後に洗浄を行っても除去しにくい
5 ため、再生ウエーハの品質、歩留まり等を低下させるという問題があることが本発明者らにより明らかとなった。なお、このような問題点は、シリコンウエーハを用いる場合だけでなく、イオン注入するウエーハとして SiO_2 、 SiC 、 Al_2O_3 等のウエーハを用いた場合の再生処理においても同様に発生する。

10

発明の開示

そこで、本発明では、再生処理した剥離ウエーハに熱処理を施してもパーティクルが発生せず、再生されたウエーハの品質が高く、歩留りが良い剥離ウエーハの再生処理方法及び再生されたウエーハ
15 を提供することを目的とする。

15

本発明によれば、上記目的を達成するため、イオン注入剥離法によって結合ウエーハを製造する際に副生される剥離ウエーハを再生処理する方法において、前記剥離ウエーハの少なくとも面取り部のイオン注入層を除去した後、ウエーハ表面を研磨することを特徴とする剥離ウエーハの再生処理方法が提供される。
20

20

このように、剥離ウエーハの少なくとも面取り部のイオン注入層を確実に除去した後、ウエーハ表面を研磨することにより、剥離ウエーハ全体からイオン注入層が完全に除去されるため、その後熱処理されてもパーティクルが発生せず、品質の高いウエーハを高い歩
25 留りで確実に再生することができる。

25

また、本発明によれば、イオン注入剥離法によって結合ウエーハを製造する際に副生される剥離ウエーハを再生処理する方法において、前記剥離ウエーハの少なくとも面取り部のエッチング処理及び

／または面取り加工をした後、ウエーハ表面を研磨することを特徴とする剥離ウエーハの再生処理方法が提供される。

- このように、再生研磨を行う前に予め剥離ウエーハの少なくとも面取り部のエッチング処理及び／または面取り加工をすることで、
- 5 剥離ウエーハの面取り部におけるイオン注入層を除去することができる。そして次の研磨により、面取り部より内側の外周部付近に残留しているイオン注入層が除去されると共に、剥離ウエーハ表面のダメージ層の除去および表面粗さの改善も同時にできる。従って、
- 10 研磨後にイオン注入層が残留していないため、その後熱処理されてもパーティクルが発生せず、品質の高いウエーハを高い歩留りで確実に再生することができる。

この場合、前記少なくとも面取り部のエッチング処理及び／または面取り加工により、前記剥離ウエーハの少なくとも面取り部のイオン注入層を除去することが好ましい。

- 15 このように少なくとも面取り部のイオン注入層を除去することにより、パーティクルの発生要因となっていたイオン注入層を確実に除去でき、その後研磨を行うことでパーティクルの発生が無い再生ウエーハを確実に得ることができる。

- さらに本発明によれば、イオン注入剥離法によって結合ウエーハ
- 20 を製造する際に副生される剥離ウエーハを再生処理する方法において、前記剥離ウエーハを熱処理した後、ウエーハ表面を研磨することを特徴とする剥離ウエーハの再生処理方法も提供される。

- このように剥離ウエーハを予め熱処理することで、剥離ウエーハ周辺付近に残留しているイオン注入層の剥離を発生させ、洗浄した
- 25 後、あるいは直接研磨することによりこれを除去することができる。また、研磨を行うことにより表面粗さが改善され、品質の高いウエーハを歩留り良く再生することができる。

さらに本発明によれば、前記方法で再生処理されたことを特徴と

するウエーハも提供される。

このようように再生処理されたウエーハは、イオン注入層が全て除去され、かつ剥離ウエーハ表面のダメージ層が除去され、また表面粗さも改善されているので、その後熱処理を受けてもパーティクルが発生せず、高品質の鏡面ウエーハとして好適に使用することができる。

特に、CZシリコンウエーハから副生された剥離ウエーハをベースウエーハあるいは通常のシリコン鏡面ウエーハとして用いる場合には、再生処理された剥離ウエーハ中に剥離熱処理等により酸素析出が発生しているので、これがゲッタリング効果を発揮するために好適なものとなる。

また、FZシリコンウエーハから副生された剥離ウエーハあるいはエピタキシャル層を有する剥離ウエーハの場合には、CZシリコンウエーハのようにCOP (Crystal Originated Particle) や酸素析出物といった結晶欠陥がないので、ボンドウエーハとして再利用するのに好適である。

以上説明したように、本発明により再生処理された剥離ウエーハは、面取り部においても確実にイオン注入層が除去されているため、その後熱処理を加えてもイオン注入層に起因するパーティクルが発生せず、剥離ウエーハ表面のダメージ層の除去および表面粗さの改善もされており、品質の高いウエーハを歩留り良く再生することができる。

図面の簡単な説明

図1 (a) ~ (h) は、イオン注入剥離法によるSOIウエーハの製造工程の一例を示すフロー図である。

図2は、再生ウエーハの熱酸化処理後に付着したパーティクル数を示すグラフである。

図 3 は、熱酸化処理前後の再生ウエーハに付着したパーティクルの分布図である。

(A) 面取り加工後、表面研磨して再生されたウエーハ (実施例 2)

5 (B) 熱処理後、表面研磨して再生されたウエーハ (実施例 3)

(C) 表面研磨のみされたウエーハ (比較例 2)

図 4 (1) ~ (6) は、従来の方法により剥離ウエーハの表面を研磨して平坦化したときの問題点を示す説明図である。

10 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

ここで、図 1 は水素イオン剥離法による S O I ウエーハの製造工程の一例を示すフロー図である。

15 以下、本発明を 2 枚のシリコンウエーハを結合する場合を中心に説明する。

まず、図 1 の水素イオン剥離法において、工程 (a) では、2 枚のシリコン鏡面ウエーハを準備するものであり、デバイスの仕様に合った基台となるベースウエーハ 1 と S O I 層となるボンドウエーハ 2 を準備する。

次に工程 (b) では、そのうちの少なくとも一方のウエーハ、ここではボンドウエーハ 2 を熱酸化し、その表面に約 $0.1 \mu\text{m} \sim 2.0 \mu\text{m}$ 厚の酸化膜 3 を形成する。

25 工程 (c) では、表面に酸化膜を形成したボンドウエーハ 2 の片面に対して水素イオンまたは希ガスイオンを注入し、イオンの平均進入深さにおいて表面に平行な微小気泡層 (封入層) 4 を形成させるもので、この注入温度は $25 \sim 450^\circ\text{C}$ が好ましい。

工程 (d) は、水素イオン注入したボンドウエーハ 2 の水素イオ

ン注入面に、ベースウエーハ 1 を酸化膜を介して重ね合せて密着させる工程であり、常温の清浄な雰囲気下で 2 枚のウエーハの表面同士を接触させることにより、接着剤等を用いることなくウエーハ同士が接着する。

- 5 次に、工程（e）は、封入層 4 を境界として剥離することによって、剥離ウエーハ 5 と S O I ウエーハ 6（S O I 層 7 + 埋込み酸化膜 3 + ベースウエーハ 1）に分離する剥離熱処理工程で、例えば不活性ガスや酸化性ガス雰囲気下約 5 0 0℃以上の温度で熱処理を加えれば、結晶の再配列と気泡の凝集とによって剥離ウエーハ 5 と S O I ウエーハ 6 に分離される。

- そして、工程（f）では、前記工程（d）（e）の密着工程および剥離熱処理工程で密着させたウエーハ同士の結合力では、そのままデバイス工程で使用するには弱いので、結合熱処理として S O I ウエーハ 6 に高温の熱処理を施し結合強度を十分なものとする。この熱処理は例えば不活性ガスや酸化性ガス雰囲気下、1 0 5 0℃～1 2 0 0℃で 3 0 分から 2 時間の範囲で行うことが好ましい。

尚、工程（e）の剥離熱処理と工程（f）の結合熱処理を連続的に行ったり、また、工程（e）の剥離熱処理と工程（f）の結合熱処理を同時に兼ねるものとして行ってもよい。

- 20 次に、工程（g）は、タッチポリッシュと呼ばれる研磨代の極めて少ない鏡面研磨の工程であり、S O I 層 7 の表面である劈開面（剥離面）に存在する結晶欠陥層の除去と表面粗さを除去する工程である。

- 以上の工程を経て結晶品質が高く、膜厚均一性の高い S O I 層 7 を有する高品質の S O I ウエーハ 6 を製造することができる（工程（h））。

このような水素イオン剥離法においては、図 1（e）工程において、剥離ウエーハ 5 が副生されることになる。水素イオン剥離法に

よって作製されるSOI層の厚さは、通常0.1～1.5ミクロン程度で、厚くとも2ミクロン以下であるので、剥離ウエーハ5は充分な厚さを有する。したがって、これをシリコンウエーハとして再生し、再利用すれば、SOIウエーハの製造コストを著しく下げる
5 ことが可能となる。

ところが、前記図4(4)に剥離ウエーハ5の部分拡大模式図を示したように、この剥離ウエーハ5の周辺部には、残留したイオン注入層9による段差10が発生し、そのままではシリコンウエーハとして使用できないものとなる。この周辺の段差10は、ボンドウ
10 ウエーハの周辺部がベースウエーハと結合されずに未結合となることから発生するものである。

また、剥離ウエーハ5の剥離面11には、水素イオン注入によるダメージ層12が残存し、その表面粗さも、通常の鏡面ウエーハに比べて悪いものである。

15 そこで、本発明では、水素イオン剥離法において副生した剥離ウエーハに、適切な再生処理を施して実際にシリコンウエーハとして再生するために、前記剥離ウエーハの少なくとも面取り部のイオン注入層を除去した後、ウエーハ表面を研磨する。

本発明にかかる再生処理方法の第1の態様では、まず、剥離ウエーハ5の少なくとも面取り部8のエッチング処理及び／または面取り加工を行うことにより、面取り部8のイオン注入層9を除去する
20 。

面取り部8のエッチング処理としては、通常用いられる混酸、例えば、混酸（フッ酸と硝酸の混合物）等の酸エッチング液やKOH、NaOH等を溶解したアルカリエッチング液を用いてエッチング
25 を行うことができる。この場合、少なくとも面取り部8に残留しているイオン注入層9を除去できれば良いため、少なくとも面取り部8をエッチング液に浸漬させてエッチングすれば良い。

また、別の方法としては、剥離ウエーハ 5 全体を前記混酸等のエッチング液に浸漬させて全面をエッチングしても良い。前記したように S O I ウエーハの S O I 層の厚さは、せいぜい 2 ミクロン以下であり、また酸化膜 3 の厚さも約 0.1 ~ 2.0 ミクロンであるため、剥離ウエーハ 5 の面取り部 8 に残留しているイオン注入層 9 は、
5 厚くても数ミクロン以内となる。従って、剥離ウエーハ 5 全体をエッチングしても、全体的に除去する厚さは、イオン注入層 9 の厚さ分、すなわち数ミクロン以内で十分であり、問題は無い。また、このように剥離ウエーハ 5 全体をエッチングする方法は、面取り部 8
10 のみをエッチング液に浸漬させてエッチングを行う方法よりも作業が容易であるという利点がある。

前記のように面取り部 8 のエッチングを行うほか、剥離ウエーハ 5 の面取り加工を行って面取り部 8 のイオン注入層 9 を除去することもできる。面取り加工の方法としては、インゴットをスライスして得たウエーハに面取り加工を施して図 4 (1) のような面取り部
15 を形成させる通常の方法を適用することもできるが、面を粗くしてしまうこともあるので、面取り部を研磨するいわゆる鏡面研磨（鏡面面取り加工）を行うのが好ましい。この研磨では、わずか数 μm 以下の取り代で確実にイオン注入層を除去することができる。

20 尚、面取り部のエッチング処理あるいは面取り加工をする前に、表面酸化膜 3 を除去するのが好ましい。

特にエッチングを行う場合、酸化膜 3 と剥離面 11 とではエッチング速度が異なり、使用するエッチング液によっては剥離面 11 がイオン注入層 9 の厚さ以上にエッチングされてしまうおそれがある
25 からである。なお、酸化膜 3 の除去は、例えば剥離ウエーハ 5 をフッ酸中に浸漬することによって簡単に行うことができる。

上記のように少なくとも面取り部のエッチング処理や面取り加工を行って少なくとも面取り部 8 のイオン注入層 9 を除去した後、剥

離ウエーハ 5 の剥離面 1 1 の研磨（再生研磨）を行う。この研磨に関してもウエーハに対する通常の研磨を適用できるが、この場合、剥離ウエーハの周辺部に残留するイオン注入層や剥離面のダメージ層を除去する研磨後、仕上げ研磨をするのが好ましい。

- 5 これは、予め行った面取り部のエッチング処理や面取り加工により除去し切れなかった面取り部より内側の表面上のイオン注入層を除去するほか、剥離面の表面粗さを改善するために行われるが、残留するイオン注入層等を除去する 1 段の研磨のみで研磨面を仕上げるより、より目の細かい研磨材を用いて複数段で研磨した方が研磨面
- 10 面の表面粗さや平坦度等をより良好なものとすることができ、通常のシリコン鏡面ウエーハの表面粗さあるいは平坦度と同等の品質を達成することができるからである。尚、この仕上げ研磨も 1 段で行う必要は必ずしも無く、2 段あるいはそれ以上で行っても良い。

- 15 こうして、剥離ウエーハ面取り部 8 のイオン注入層 9、剥離面 1 1 に残存するイオン注入によるダメージ層 1 2、および剥離面 1 1 の表面粗さを除去することができ、通常の鏡面ウエーハに比べ何の遜色もない表面を持つ再生ウエーハを得ることができる。

本発明にかかる再生処理方法の第 2 の態様として、剥離ウエーハを熱処理した後、ウエーハ表面を研磨することもできる。

- 20 前述したように、面取り部等にイオン注入層が残存している剥離ウエーハに熱酸化等の熱処理を行うと、その熱処理工程中、面取り部に残留しているイオン注入層から剥離が発生し、パーティクルとなってウエーハに付着する問題が生じることが本発明で明らかとなった。

- 25 そこで本発明にかかる再生処理方法の第 2 の態様では、このような熱処理によるイオン注入層の剥離を利用することで、イオン注入層を予め除去することとした。すなわち、SOI ウエーハ等の結合ウエーハを製造する際に副生される剥離ウエーハに、まず熱処理を

行う。このときの熱処理条件としては、500℃以上の温度で数分から数時間、例えば酸化性雰囲気中で1000℃、30分の熱処理により、残留するイオン注入層を剥離させることができる。この熱処理の後、通常行われる洗浄工程を通してから、あるいは直接再生
5 研磨を行うことにより、剥離して発生したパーティクルを除去することができる。尚、このように熱処理を行う前に、前記第1の態様と同様、剥離ウエーハをフッ酸中に浸漬することによって酸化膜を除去することが好ましい。

ところで、剥離ウエーハは、前述したように約500℃以上の剥
10 離熱処理によって剥離されるので、当然そのような低温熱処理を受けていることになる。CZウエーハのように酸素を含むシリコンウエーハに低温熱処理を施すと酸素ドナーが発生し、例えばp型シリコンウエーハの抵抗率が異常に高くなる等の現象が生じることがあることは良く知られている。したがって、イオン注入剥離法によ
15 て副生される剥離ウエーハにおいても、剥離熱処理によって酸素ドナーが生じ、剥離ウエーハの抵抗率が異常になることがある。このため、例えばウエーハの厚さを測定する際に一般的に使用されている静電容量方式の測定器で剥離ウエーハの厚さを測定することができないといった問題が生じる。

そこで、ボンドウエーハとしてCZシリコンウエーハを使用した
20 場合、その剥離ウエーハを本発明にかかる再生処理方法の第2の態様に従って再生処理することで、イオン注入層の剥離を生じさせる熱処理をドナー消去熱処理と兼ねることができる。すなわち、剥離ウエーハのイオン注入層を剥離させると同時に、剥離熱処理等によ
25 って剥離ウエーハ中に発生した酸素ドナーを消去し、剥離ウエーハの抵抗異常をなくすようにすることもできる。

このような熱処理としては、ドナー消去熱処理として一般に行われているように600℃以上の熱処理を加えれば良く、慣用されて

いる方法としては、例えば 650℃で20分の熱処理をするようにすればよい。

5 以上のように熱処理を行った後、必要に応じてウエーハを洗浄し、次いで研磨を行う。この研磨は前記第1の態様の場合と同様に行うことができる。

尚、研磨の前に行った熱処理によりウエーハ表面上には酸化膜が形成されている場合には、熱処理後、研磨を行う前にフッ酸等による酸化膜の除去を行うことが好ましい。

10 こうして、上記本発明のいずれの方法によって再生処理されたシリコンウエーハも、通常のシリコン鏡面ウエーハと全く同じように均一に研磨された面状態を有するので、貼り合わせSOIウエーハの原料ウエーハとして用いることができるし、通常の集積回路等の作製のシリコンウエーハとして用いてもよい。また、いわゆるエ
15 ピタキシャルウエーハのサブストレートとして用いてもよく、特にその再利用の用途は限定されるものではない。

この場合、本発明の再生処理された剥離ウエーハをベースウエーハあるいは通常のシリコン鏡面ウエーハとして用いる場合には、再生処理された剥離ウエーハ中には、水素イオン注入前の熱酸化处理（通常900℃以上）、および約500℃以上といった剥離熱処理
20 により酸素析出が発生しているので、これがいわゆるイントリンシックゲッタリング効果（IG効果）を発揮するために好適なものとなる。

また、剥離ウエーハをSOIウエーハを作製する際のベースウエーハあるいはボンドウエーハとして用いれば、実質上1枚のシリ
25 コンウエーハから1枚のSOIウエーハを得ることができるので、SOIウエーハの製造コストを著しく減少させることができる。

尚、本発明で再生処理された剥離ウエーハ（再生ウエーハ）は、所望のシリコンウエーハとして再利用されるが、イオン注入剥離法

において予め用いる剥離される側のウエーハであるボンドウエーハの厚さを、再生ウエーハで必要とされる厚さより若干厚くしておき、本発明に係る再生処理を行った後、再利用において所望とされるウエーハの厚さとなるようにすることもできる。

- 5 以下、実施例及び比較例を示して本発明について具体的に説明する。

(実施例 1、比較例 1 及び 2)

- 10 ボンドウエーハとして直径 6 インチの F Z ウエーハ表面に厚さ 400 nm の熱酸化膜を形成し、その熱酸化膜を通してウエーハ上面から水素イオンを注入した。このウエーハを同一口径のベースウエーハと結合し、剥離熱処理を加えて厚さ約 400 nm の S O I 層を有する S O I ウエーハを作製した。その際、副生された剥離ウエーハを 18 枚用いて、表面の酸化膜を除去したのち、以下の再生処理
- 15 を行った。

実施例 1 (6 枚): 混酸エッチング (3 μ m) 後、表面研磨 (10 μ m)

比較例 1 (6 枚): 表面研磨 (15 μ m)

比較例 2 (6 枚): 表面研磨 (10 μ m)

- 20 尚、上記処理における括弧内の数値は、除去された厚さ (取り代) を示しており、混酸エッチングは、通常用いられるフッ酸と硝酸の混合液である酸エッチング液を用いて、ウエーハの全面をエッチングした。

- 25 そして、これら 18 枚の再生ウエーハと、リファレンスとして通常の鏡面研磨ウエーハ 14 枚を縦型熱処理炉に投入して熱酸化処理 (1050 $^{\circ}$ C、1 時間) を行った後、パーティクルカウンターを用いて 0.2 μ m 以上のサイズのパーティクル数を測定した。測定結果を図 2 に示した。

尚、熱処理炉内の各ウエーハの配置は、炉内上方から下方（炉口）へ、実施例 1（6 枚）、リファレンス（7 枚）、比較例 1（6 枚）、比較例 2（6 枚）、リファレンス（7 枚）とした。

図 2 の結果から、本発明の実施例 1 の再生ウエーハにはパーティクルの発生がほとんどなかったのに対し、比較例 1、2 は相当数のパーティクルが発生していることがわかった。

ここで、炉の下方側に配置したリファレンス 7 枚のうち、上部 3 枚にパーティクルの発生が多く見られるのは、比較例 1 及び 2 のウエーハに発生したパーティクルが落下して付着したものと考えられる。

（実施例 2 及び 3）

実施例 1 と同一条件で作製された剥離ウエーハを用いて、表面の酸化膜を除去した後、鏡面面取り加工（取り代約 $1\ \mu\text{m}$ ）を行い、次いで表面研磨したウエーハ（実施例 2）と、表面の酸化膜を除去後、酸化性雰囲気中で 1000°C 、30 分の熱処理を行ってから再度表面の酸化膜を除去し、次いで表面研磨したウエーハ（実施例 3）に対し、実施例 1 と同一の熱酸化処理を行い、その熱酸化前後におけるパーティクル発生状況を測定した。その結果を図 3（A）（B）に示した。尚、比較のため、上記比較例 2 の再生ウエーハの熱酸化処理前後におけるパーティクル発生状況も図 3（C）に併記した。

この図から明らかなように、熱酸化処理前の各ウエーハは、いずれも表面にパーティクルの発生がほとんど見られない。一方、熱酸化処理後では、実施例 2 及び実施例 3 のウエーハにはパーティクルの発生は見られないが、比較例 2 のウエーハでは周辺部において相当数のパーティクルの付着が観察された。

図 3 と前記図 2 に示した測定結果から明らかであるように、本発

明にかかる再生処理を施して製造されたウエーハは、その後熱酸化処理を受けてもパーティクルが発生しないことが証明された。

尚、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は、例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

例えば、前記実施態様では、イオン注入剥離法により2枚のシリコンウエーハを酸化膜を介して結合させてS O I ウエーハを作製した際に副生される剥離ウエーハについて説明したが、本発明は、他の結合ウエーハを作製した場合、すなわちイオン注入後、酸化膜を介さずに直接シリコンウエーハ同士を結合させて結合ウエーハを作製した場合、あるいはシリコンウエーハ同士を結合する場合のみならず、シリコンウエーハにイオン注入して、これと SiO_2 、 SiC 、 Al_2O_3 等の絶縁性ウエーハとを直接結合してS O I ウエーハを作製した場合等に副生される剥離ウエーハを鏡面ウエーハとして再生させる場合にも適用することができる。さらに、イオン注入するウエーハとして、シリコン以外のウエーハ(SiO_2 、 SiC 、 Al_2O_3 等)を用いて、これらの薄膜を有する結合ウエーハを作製した場合に副生される剥離ウエーハにも適用できる。

また、上記実施形態では、水素イオン剥離法において熱処理を施して剥離する場合について説明したが、本発明は、水素イオンを励起してプラズマ状態でイオン注入を行い、特別な熱処理を加えることなく室温で剥離を行うことで得られる剥離ウエーハにも適用できることは言うまでもない。

請 求 の 範 囲

1. イオン注入剥離法によって結合ウエーハを製造する際に副生される剥離ウエーハを再生処理する方法において、前記剥離ウエーハ
5 の少なくとも面取り部のイオン注入層を除去した後、ウエーハ表面を研磨することを特徴とする剥離ウエーハの再生処理方法。

2. イオン注入剥離法によって結合ウエーハを製造する際に副生される剥離ウエーハを再生処理する方法において、前記剥離ウエーハ
10 の少なくとも面取り部のエッチング処理及び／または面取り加工をした後、ウエーハ表面を研磨することを特徴とする剥離ウエーハの再生処理方法。

3. 前記少なくとも面取り部のエッチング処理及び／または面取り
15 加工により、前記剥離ウエーハの少なくとも面取り部のイオン注入層を除去することを特徴とする請求項2に記載の剥離ウエーハの再生処理方法。

4. イオン注入剥離法によって結合ウエーハを製造する際に副生さ
20 れる剥離ウエーハを再生処理する方法において、前記剥離ウエーハを熱処理した後、ウエーハ表面を研磨することを特徴とする剥離ウエーハの再生処理方法。

5. 前記請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の方法で再
25 生処理されたことを特徴とするウエーハ。

1 / 4

図 1

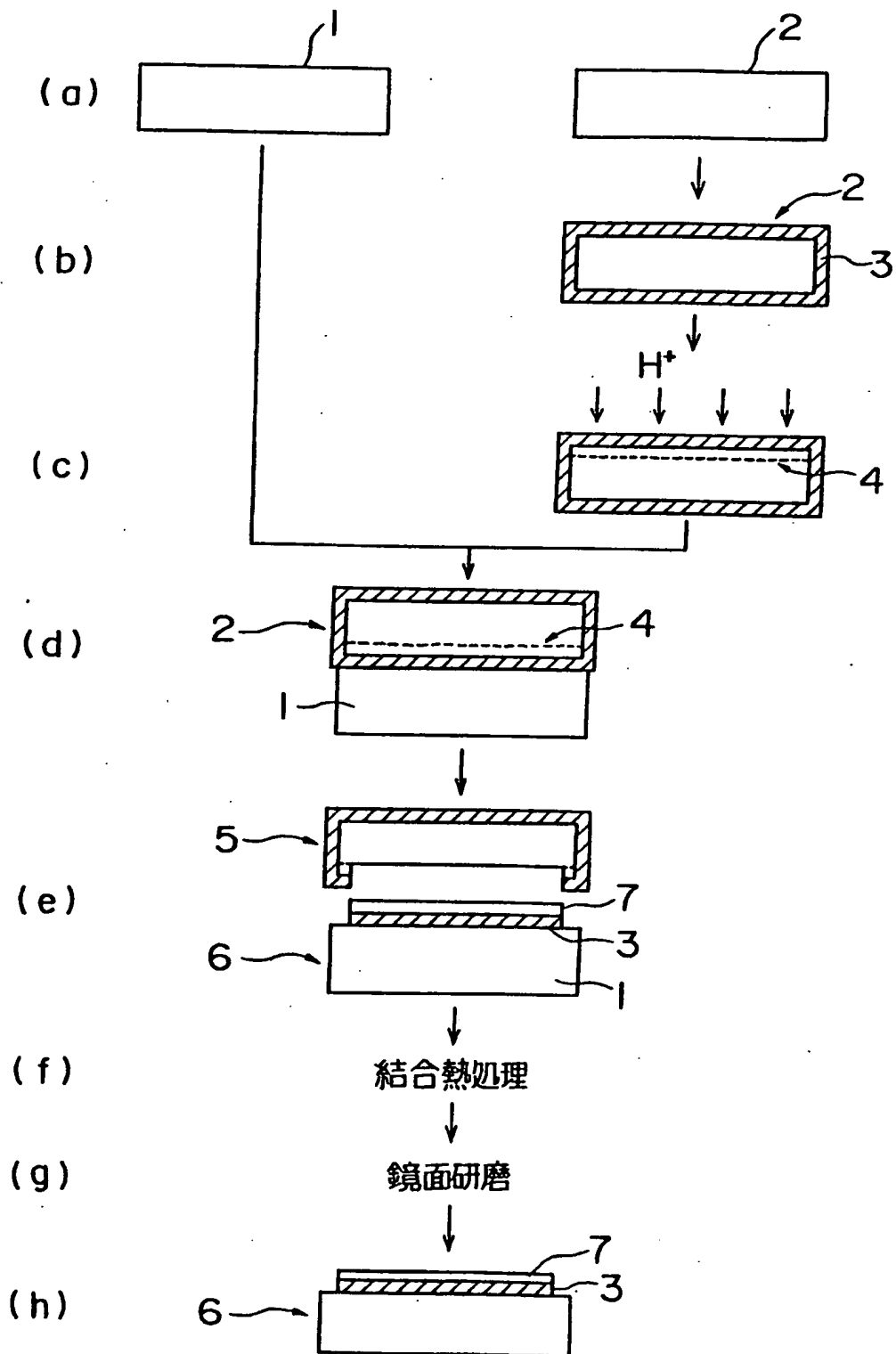


図 2

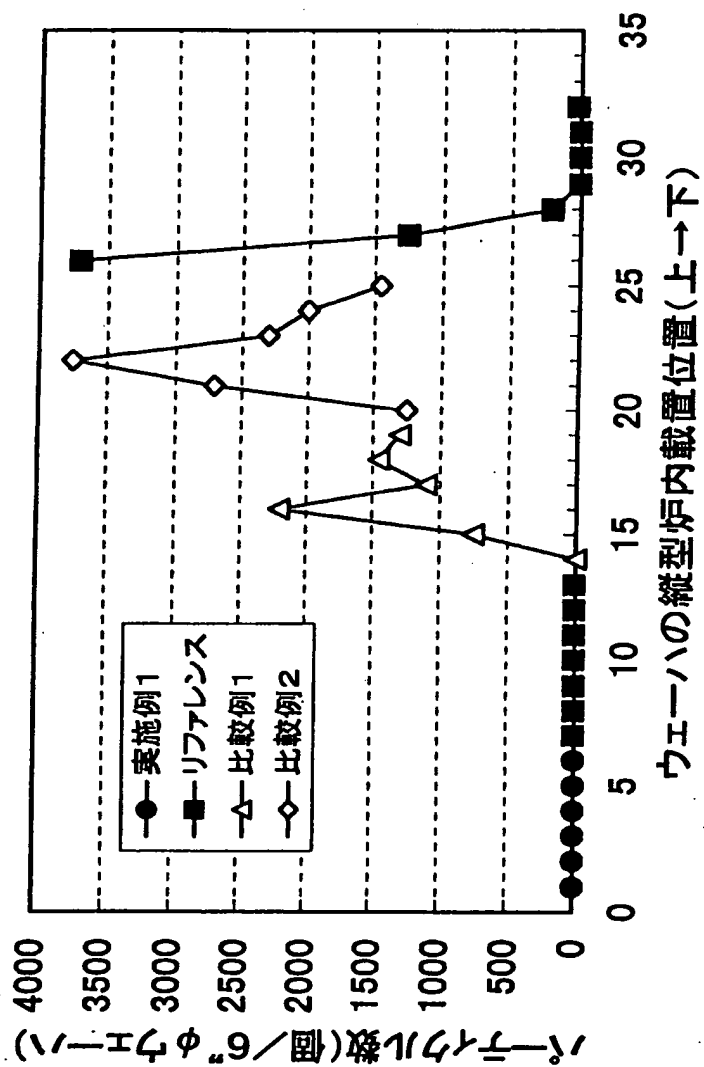
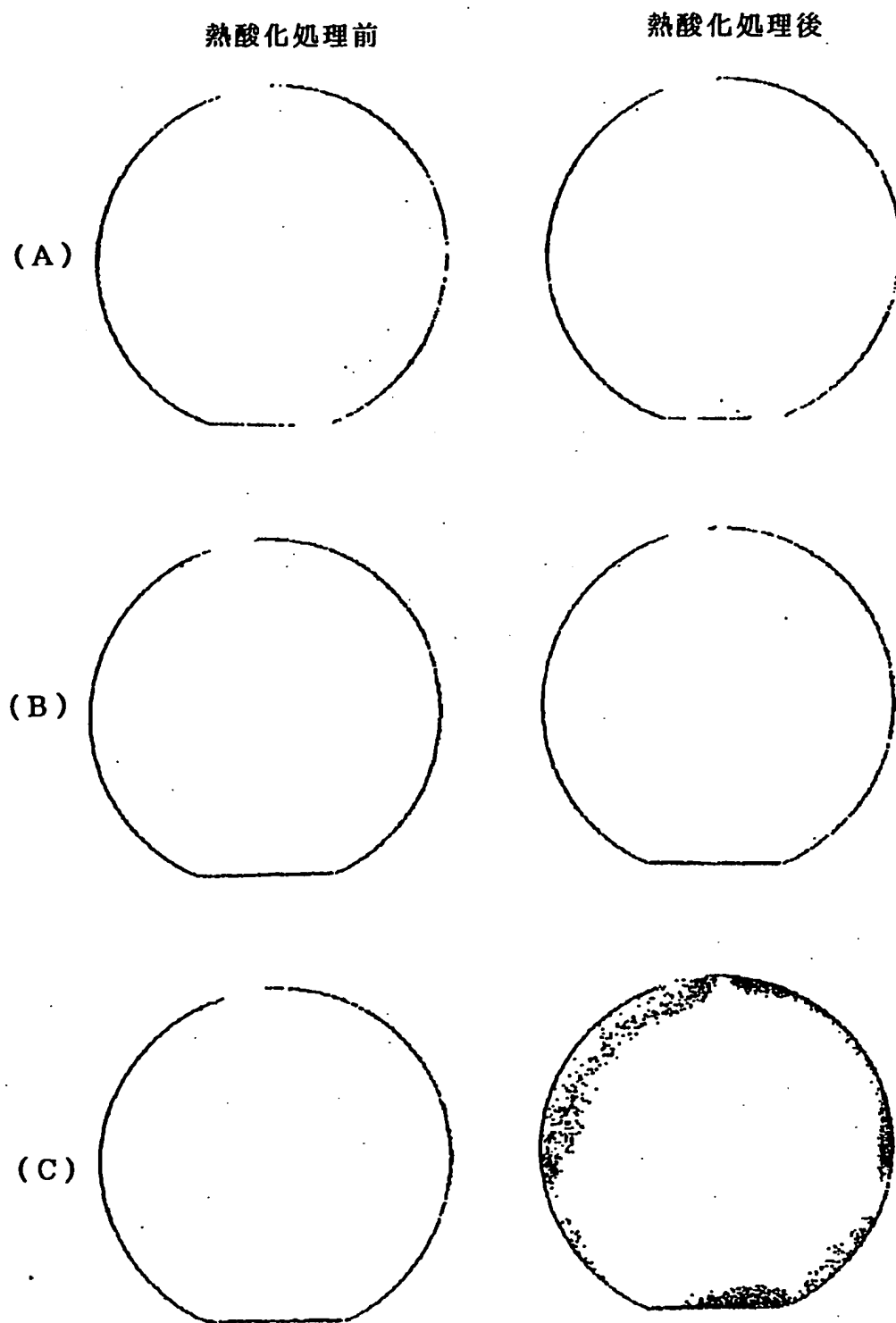
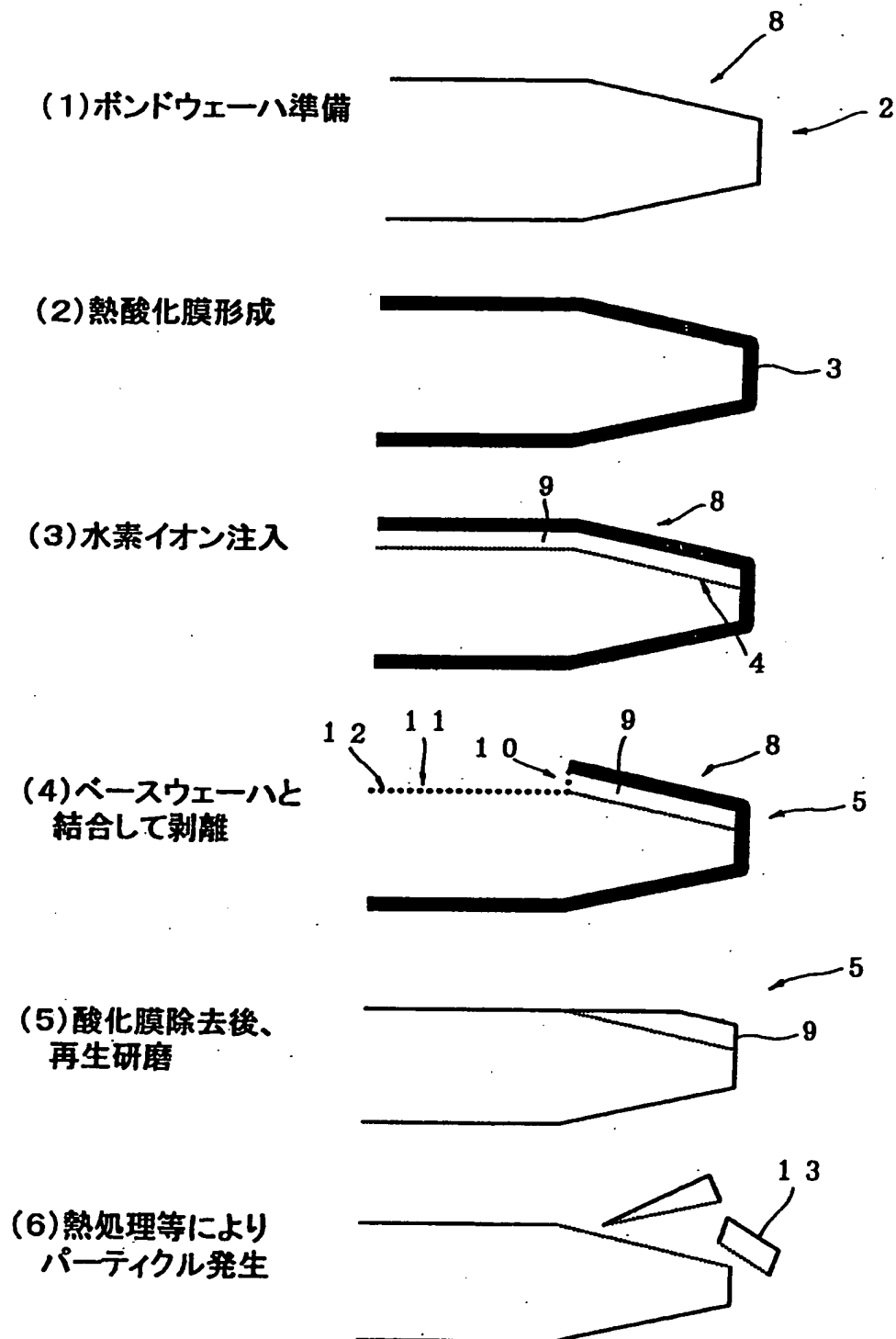


図 3



4 / 4

図 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/08344

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01L27/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L27/12, H01L21/02, H01L21/304,
H01L21/265, H01L21/76Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 11-297583, A (Shin Etsu Handotai Co., Ltd.), 29 October, 1999 (29.10.99), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1-5
Y	JP, 5-62951, A (Fujitsu Limited), 12 March, 1993 (12.03.93), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	1-5
Y	JP, 11-121310, A (Denso Corporation), 30 April, 1999 (30.04.99), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-5
Y	EP, 0843344, A (CANON KABUSHIKI KAISHA), 20 May, 1998 (20.05.98), Full text; Figs. 1 to 5 & JP, 10-200080, A Full text; Figs. 1 to 5 & US, 5966620, A & AU, 9745182, A & CA, 2221100, A & SG, 65697, A	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
08 February, 2001 (08.02.01)Date of mailing of the international search report
06 March, 2001 (06.03.01)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ¹ H01L27/12		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ¹ H01L27/12, H01L21/02, H01L21/304, H01L21/265, H01L21/76		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2001年 日本国登録実用新案公報 1994-2001年 日本国実用新案登録公報 1996-2001年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 11-297583, A (信越半導体株式会社) 29. 10月. 1999 (29. 10. 99) 全文, 第1-4図 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP, 5-62951, A (富士通株式会社) 12. 3月. 1993 (12. 03. 93) 全文, 第1-6図 (ファミリーなし)	1-5
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	08. 02. 01	国際調査報告の発送日
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 土屋 知久 4L 9835 電話番号 03-3581-1101 内線 3496

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 11-121310, A (株式会社デンソー) 30. 4月. 1999 (30. 04. 99) 全文, 第1-5図 (ファミリーなし)	1-5
Y	EP, 0843344, A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 20. 5月. 1998 (20. 05. 98) 全文, 第1-5図 & JP, 10-200080, A 全文, 1-5図 & US, 5966620, A & AU, 9745182, A & CA, 2221100, A & SG, 65697, A	1-5

[Previous Doc](#) [Next Doc](#) [Go to Doc#](#)
[First Hit](#)

☐ [Generate Collection](#)

L3: Entry 117 of 120

File: DWPI

Apr 13, 2004

DERWENT-ACC-NO: 2001-580913
DERWENT-WEEK: 200425
COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Method for recycled separated wafer in which chamfered part of separated wafer is etched

INVENTOR: BARGE, T; KUWABARA, S ; MALEVILLE, C ; MITANI, K ; NAKANO, M ; TATE, N

PATENT-ASSIGNEE:

ASSIGNEE	CODE
SHINETSU HANDOTAI CO LTD	SHHA
SOITEC SILICON ON INSULATOR TECHNOLOGIES	SOITN
SHINETSU HANDOTAI KK	SHHA
SOI TECH SA	SOITN

PRIORITY-DATA: 1999JP-0338137 (November 29, 1999)

[Search Selected](#)

[Search ALL](#)

[Clear](#)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
<input type="checkbox"/> US 6720640 B2	April 13, 2004		000	H01L029/06
<input type="checkbox"/> WO 200141218 A1	June 7, 2001	J	026	H01L027/12
<input type="checkbox"/> JP 2001155978 A	June 8, 2001		008	H01L021/02
<input type="checkbox"/> EP 1156531 A1	November 21, 2001	E	000	H01L027/12
<input type="checkbox"/> KR 2001101763 A	November 14, 2001		000	H01L027/12
<input type="checkbox"/> TW 489368 A	June 1, 2002		000	H01L021/02
<input type="checkbox"/> US 6596610 B1	July 22, 2003		000	H01L021/30
<input type="checkbox"/> US 20030219957 A1	November 27, 2003		000	H01L021/76

DESIGNATED-STATES: KR US AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE TR
AL AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LT LU LV MC MK NL PT RO SE SI TR

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DATE	APPL-NO	DESCRIPTOR
US 6720640B2	November 27, 2000	2000WO-JP08344	Div ex
US 6720640B2	July 25, 2001	2001US-0889933	Div ex
US 6720640B2	May 29, 2003	2003US-0447103	

US 6720640B2		US 6596610	Div ex
WO 200141218A1	November 27, 2000	2000WO-JP08344	
JP2001155978A	November 29, 1999	1999JP-0338137	
EP 1156531A1	November 27, 2000	2000EP-0977956	
EP 1156531A1	November 27, 2000	2000WO-JP08344	
EP 1156531A1		WO 200141218	Based on
KR2001101763A	July 27, 2001	2001KR-0709511	
TW 489368A	November 28, 2000	2000TW-0125388	
US 6596610B1	November 27, 2000	2000WO-JP08344	
US 6596610B1	July 25, 2001	2001US-0889933	
US 6596610B1		WO 200141218	Based on
US20030219957A1	November 27, 2000	2000WO-JP08344	Div ex
US20030219957A1	July 25, 2001	2001US-0889933	Div ex
US20030219957A1	May 29, 2003	2003US-0447103	
US20030219957A1		US 6596610	Div ex

INT-CL (IPC): H01 L 21/02; H01 L 21/30; H01 L 21/306; H01 L 21/76; H01 L 21/84; H01 L 27/12; H01 L 29/06

ABSTRACTED-PUB-NO: WO 200141218A
BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - A method for recycling a separated wafer, a byproduct in producing a bond wafer by ion implantation separation, wherein an ion implantation layer is removed at least from the chamfered part of the separated wafer, and the surface of the wafer is polished. The chamfered part of the separated wafer is etched and/or chamfered, and the wafer surface is polished. Alternatively, the separated wafer is heat-treated and polished. No particle is produced even when a recycled separation wafer is heat-treated, the recycled wafer has a high quality, and separated wafers can be recycled at high yield.

USE - Method for recycled separated wafer in which chamfered part of separated wafer is etched

CHOSEN-DRAWING: Dwg.4/4

TITLE-TERMS: METHOD RECYCLE SEPARATE WAFER CHAMFER PART SEPARATE WAFER ETCH

DERWENT-CLASS: U11

EPI-CODES: U11-C06A1A; U11-C15A; U11-C15Q;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2001-432687

[Previous Doc](#) [Next Doc](#) [Go to Doc#](#)